Policy Research Initiative | Projet de recherche sur les politiques

Sustainable Development
Briefing Note

Water Quality Trading II: Using Trading Ratios to Deal With Uncertainties

Highlights

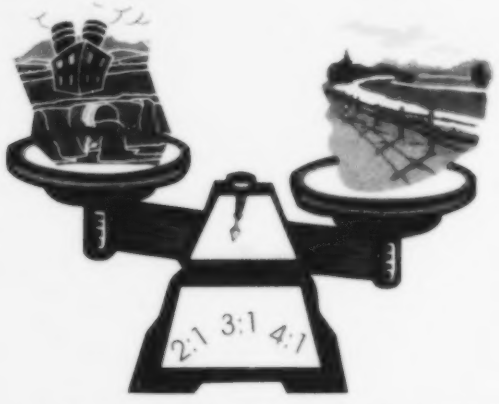
- Trading ratios are effectively exchange rates that establish equivalency between different pollution reduction measures.
- Trading ratios can be used in market-based pollution management tools, such as water quality trading (WQT), to ensure that the actions taken by the respective trading partners are environmentally equivalent.
- Scientific uncertainties regarding pollutant behaviour and the heterogeneity of a watershed can be factored into a WQT program through the use of trading ratios.

Background

The design of a Water Quality Trading (WQT) program requires a sufficient understanding of the pollutant in question and the watershed it affects – in particular pollutant sources, pollutant behaviour (fate and transport), and how these pollutants can be abated and by how much.[1] Although such scientific knowledge is important, there will always be some uncertainty when implementing pollution management schemes in the natural environment.

With respect to market-based instruments, trading ratios can be used to address different elements of scientific uncertainty and regional aspects of trading associated with pollution markets. The appropriate trading ratio can ensure that environmental objectives are achieved with an acceptable level of confidence.

This briefing note defines trading ratios and discusses a variety of potential applications in which their judicious use can help make market-based approaches to pollution reduction workable.



Balancing different types of pollution reduction, such as wastewater treatment and farming best management practices, may require the use of trading ratios, particularly when there is scientific uncertainty about their environmental equivalence.

1 A more complete review of the scientific considerations for WQT is provided in the PRI Working Paper, "Biogeochemical Considerations of Water Quality Trading in Canada," and the Briefing Note "Water Quality Trading I: Scientific Considerations for Agricultural Pollutants," available by following the publication link at <www.policyresearch.gc.ca>.

Canada

Water Quality Trading

WQT is a market-based instrument that involves the trading of pollution allowances or reduction credits between different polluters within a geographically defined region (typically a watershed) and can be used to manage pollution from different sources, including point sources (PS) and non-point sources (NPS) like agriculture.[2] The water quality credit is the tradable commodity that represents the amount of pollution removed from the system (e.g., 1 kg of phosphorous). In a typical scenario, a polluter (e.g., agricultural producer) can supply water quality credits by reducing the amount of pollution that enters the waterway through the implementation of a best management practice (BMP). The water quality credits can be sold to another polluter (e.g., municipal wastewater treatment facility) for which the purchase of credits may be a cost-effective means of complying with the pollution standards defined in its permit agreement, when compared to alternative options (e.g., costly system upgrades). The overall effect of such trading compared to technology-based regulation is to allow the polluter whose costs for pollution reduction are lowest to make the greatest contribution, thus achieving environmental objectives at a lower economic cost. It should also allow more flexibility for polluters to determine the pollution abatement option that better suits their circumstances.

For a WQT program, the trading ratio refers to the number of water quality credits that need to be purchased (i.e., the anticipated pollution reduction) for each water quality credit that is used (i.e., the amount of pollutant discharged). Thus it is effectively an exchange rate between credit producers and credit users.

Environmental Equivalence of Trades

Using the scenario described above, a PS discharger is, in theory, allowed to contribute an amount of pollutant to the watercourse that is equivalent to the number of pollution reduction credits purchased from an NPS. In reality however, there are a number of factors – known and unknown – that disrupt this equivalence whereby the environmental impacts of the pollution discharge at the PS exceed the environmental benefits of the anticipated NPS pollution reduction in the natural environment. Such discrepancies, which can compromise the environmental objectives of a given WQT program, can result from scientific uncertainties in the effectiveness of BMPs, the location of trading partners within the watershed, and the timing and concentration of discharges. A higher trading ratio can be used to address these issues by requiring the anticipated pollution reduction to be greater than the known PS pollution contribution for a given trade. This ensures, at minimum, the environmental equivalence of trades or even a net environmental improvement depending on the ratio and the objectives of the WQT program.

The Use of Trading Ratios in WQT

Scientific Uncertainties

Scientific uncertainty will always exist when trying to predict the behaviour of a pollutant in the natural environment. With respect to using WQT for managing agricultural sources of pollution, this uncertainty can be an issue when calculating the effectiveness of a given BMP in reducing the amount of pollutant entering the waterway. Although based on scientific studies, the formulas typically used to calculate pollution reductions will always be subject to natural variability when applied to unique physical circumstances. Typically, our scientific understanding allows us to define a probable range of pollution reduction as opposed to a specific value. An appropriate trading ratio accounts for the range in values. Similarly,

2 Point source emissions are direct releases of pollution where effluent is discharged from a specific outlet into the water. Non-point source emissions are indirect or diffuse releases of pollution into a waterway that typically results from land-based activities within the watershed, or atmospheric emissions abroad.

106-00722/

Establishing a Trading Ratio – Phosphorous Trading in the South Nation River

In 1998, Ontario's Ministry of Environment (MOE) implemented a total phosphorous (P) management program in the South Nation River watershed that required new municipal wastewater treatment plants to achieve a zero discharge of P to the watercourse, which could be obtained through the purchase of pollution reduction credits (O'Grady and Wilson, 2002). For the program, the province's first P trading scheme, the MOE chose a trading ratio of 4:1. Thus, an estimated 4 kg of P must be removed from NPS sources through the implementation of a verified BMP for every 1 kg of P that a wastewater treatment plant contributes to the waterway. This trading ratio was chosen to address scientific uncertainties, specifically a lack of knowledge regarding the amount of P delivered to the river and its tributaries, and the partitioning of P in the water (soluble vs. particulate). Based on a comparison of actual conditions at the time of implementation and predicted conditions following TPM implementation, the 4:1 ratio will achieve a net environmental benefit in the South Nation River with "adequate confidence" (The Conservation Authorities of Ontario, 2003).

model simulations for pollutant behaviour in a given watershed can never provide an exact reflection of reality; but a sensitivity analysis (for example) can be used to predict a range of outcomes that are likely to occur (See Text Box – *Establishing a Trading Ratio – Phosphorous Trading in the South Nation River*).

It should be noted that the higher the trading ratio, the greater the expense for the purchaser of the water quality credits. Although economic issues are not discussed here, the trading ratio could compromise the suitability of WQT as a pollution management tool if the ratio is so high that a cost incentive no longer exists. This very significant factor underscores the importance of science, as reducing scientific uncertainties allows for lower trading ratios.

Watershed Heterogeneity and Location of Trading Partners

All watersheds will have some degree of heterogeneity with respect to the biogeochemical characteristics (e.g., vegetation, soil type, flow rate), which will influence how a pollutant behaves at any given location. For example, a pollutant release at the mouth of a river will be more rapidly diluted than a release at the head of the river, which may affect water quality downstream. Consequently, the location of trading partners may affect the environmental impact of otherwise similar BMPs.

With a basic understanding of watershed and pollutant dynamics, trading ratios can be used to ensure the environmental equivalence of water quality credit trades by accounting for the influence of the given landowners' locations (e.g., upstream, downstream, topography, proximity to waterway). For example, the Lower Boise River trading system in the United States is proposing location-based trading ratios, which are established against a standard geographical reference point to prevent localized impacts or hot spots, and to reflect the water quality equivalence of the reductions made at different locations in the watershed.

Trading ratios are also adjusted to account for a source being located along a tributary as opposed to along the Boise River itself, as well as the distance from the source to water, as these characteristics influence the impact of the reductions (Schary and Fischer-Vanden, 2004). Another possibility is to include trading zones, restricting the direction of trades into predefined zones of a river system or its tributaries (Tietenberg, 2001).

Establishing Equivalency Between Pollutants

In relation to inter-pollutant trading (WQT that involves more than one type of pollutant), trading ratios can be used to account for impacts of the different pollutants on water quality or ecological integrity. For example, phosphorous and nitrogen have different impacts on biochemical oxygen demand (BOD)[3] – an indicator of ecological integrity. This difference between pollutants has been accounted for in a particular trading arrangement in the Minnesota River Basin, for which a measure of BOD is the tradable commodity as opposed to the pollutants that affect BOD. The conversion ratios were set at 1:8 for phosphorous (i.e., for every unit of phosphorous load reduction, eight units of BOD would be credited) and 1:4 for nitrogen (Fang and Easter, 2003). Based on these conversions for environmental equivalence, as measured by the effect on BOD, the appropriate trading ratio could be established to allow for inter-pollutant transactions.

Although incorporating two or more pollutant types in a WQT program can have potential for improving ecosystem health, a fundamental understanding of pollutant behaviour in the system of interest is essential to ensure that water quality objectives are being met. Furthermore, such trading would likely require a higher level of sophistication in both design and administration.

Conclusion

The trading ratio is one of the elements of a WQT program that contributes to its flexibility as a pollution management tool, because it can be used to accommodate a number of different trading scenarios. As discussed, trading ratios can provide a means for dealing with the unavoidable variability that exists when managing pollution in the natural environment. An important consideration, and possible limitation to the use of this tool, is the increased cost associated with increasing the trading ratio. A WQT program will generally only be a suitable option if there is a cost incentive for trading, being a significant difference in the pollution abatement costs for potential trading partners.

Further Reading

Conservation Authorities of Ontario. 2003. *Watershed Economic Incentives Through Phosphorous Trading and Water Quality*, Innovations in Watershed Stewardship.

Fang, F., and K.W. Easter. 2003. *Pollution Trading to Offset New Pollutant Loadings – A Case Study in the Minnesota River Basin*. Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Montreal, Canada, July 27-30, 2003.

Morin, Anne. 2005. *Biogeochemical Considerations for Water Quality Trading in Canada*. Policy Research Initiative Working Paper, Ottawa.

O'Grady, D., and M.A. Wilson. 2002. *Phosphorous Trading in the South Nation River Watershed, Ontario, Canada*. South Nation Conservation Authority. <http://www.envtn.org/wqt/programs/ontario.PDF>.

Schary, C., and K. Fischer-Vanden. 2004. "A New Approach to Water Quality Trading: Applying Lessons from the Acid Rain Program in the Lower Boise River Watershed." *Environmental Practice* 6, no. 4: 281-295.

Tietenberg, T. 2001. "Introduction." Pp. xi-xxviii in *Emissions Trading Programs. Volume I. Implementation and Evolution*. Aldershot, England: Ashgate Publishing Limited.

3 The amount of oxygen freely available in water for aquatic life and the oxidation of organic materials.

Projet de recherche sur les politiques | Policy Research Initiative

DÉVELOPPEMENT DURABLE
NOTE D'INFORMATION

Échange de crédits de qualité de l'eau II : emploi des taux d'échange pour remédier aux incertitudes

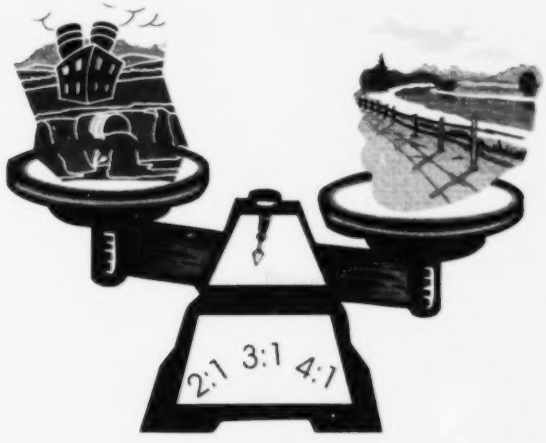
Faits saillants

- Les taux d'échange sont en quelque sorte des taux de change qui établissent une équivalence entre diverses mesures de réduction de la pollution.
- Les taux d'échange peuvent servir aux outils de gestion de la pollution reposant sur les mécanismes du marché, comme l'échange de crédits de qualité de l'eau (ECQE), afin que les mesures prises par chaque partenaire d'échange soient équivalentes sur le plan écologique.
- L'emploi de taux d'échange permet de prendre en compte dans un programme d'ECQE les incertitudes scientifiques portant sur le comportement des polluants et l'hétérogénéité du bassin hydrographique.

Contexte

Pour concevoir un programme d'échange de crédits de qualité de l'eau (ECQE), il faut comprendre suffisamment le polluant visé et le bassin hydrographique qu'il altère – comprendre en particulier les sources et le comportement (devenir et transport) du polluant, comment réduire le polluant et de combien[1]. Ces connaissances scientifiques sont importantes, mais l'application de méthodes de gestion de la pollution à l'environnement naturel comportera toujours une part d'incertitude.

Pour ce qui est des instruments reposant sur les mécanismes du marché, les taux d'échange peuvent servir à composer avec divers éléments d'incertitude scientifique et les aspects régionaux des marchés de la pollution. Le taux d'échange approprié peut garantir que les objectifs environnementaux seront atteints avec un niveau de confiance acceptable.



Équilibrer différentes sortes de réduction de la pollution, par exemple le traitement des eaux d'épuration et les pratiques exemplaires de gestion agricoles, demande l'utilisation de taux d'échange, surtout lorsqu'il existe des incertitudes scientifiques quant à leur équivalence écologique.

1 Un examen plus complet des facteurs scientifiques de l'ECQE est fait dans le document de travail du Projet de recherche sur les politiques intitulé *Échange de crédits de qualité de l'eau au Canada : considérations biogéochimiques* et dans la note d'information *Échange de crédits de qualité de l'eau I : considérations scientifiques pour les polluants agricoles* qu'on peut obtenir à partir du lien Publications à l'adresse <www.recherchepolitique.gc.ca>.

www.recherchepolitique.gc.ca

Canada

La présente note d'information définit les taux d'échange et explique diverses applications possibles où leur utilisation judicieuse contribue à rendre exploitables les approches de dépollution axées sur les forces du marché.

Échange de crédits de qualité de l'eau

L'ECQE est un instrument reposant sur les mécanismes du marché qui consiste en l'achat et vente d'allocations de pollution ou de crédits de réduction de la pollution entre pollueurs dans une région définie géographiquement (habituellement un bassin hydrographique). Cet instrument peut servir à la gestion de la pollution de diverses sources – sources ponctuelles (SP) et sources non ponctuelles (SNP), comme l'agriculture[2]. Le crédit de qualité de l'eau est un produit négociable qui représente la quantité de pollution supprimée du système (p. ex. 1 kg de phosphore). Dans un scénario caractéristique, un pollueur (p. ex. un producteur agricole) produit des crédits de qualité de l'eau en réduisant la pollution qui pénètre dans une voie d'eau par la mise en œuvre d'une pratique exemplaire de gestion (PEG). Il vend ses crédits à un autre pollueur (p. ex. une installation municipale d'épuration des eaux usées) pour qui l'achat de crédits offre une façon moins chère que, par exemple, de coûteuses améliorations techniques de respecter les normes antipollution définies dans les conditions de son permis d'exploitation. Par rapport à la réglementation axée sur la technologie, cet échange a pour effet général de permettre au pollueur pour qui réduire la pollution coûte le moins de faire la plus grande part, et donc d'atteindre les objectifs environnementaux au moindre coût économique. Il devrait aussi donner aux pollueurs une plus grande latitude pour décider quelle option de réduction de la pollution convient le mieux à leur situation.

Dans un programme d'ECQE, le taux d'échange a trait au nombre de crédits de qualité de l'eau qu'il faut acheter (c.-à-d. la réduction prévue de la pollution) pour chaque crédit de qualité de l'eau qui est utilisé (c.-à-d. la quantité de rejets polluants). Il s'agit donc en fait d'un taux de change entre producteurs et utilisateurs des crédits.

Équivalence écologique des échanges

Selon le scénario décrit plus haut, en théorie, un responsable de rejets de source ponctuelle est autorisé à charger un cours d'eau d'une quantité de polluant équivalente aux crédits de réduction de la pollution achetés d'une source non ponctuelle. Or, en réalité, un certain nombre de facteurs – connus et inconnus – perturbent cette équivalence, de sorte que les impacts des rejets polluants de SP sont plus importants que les avantages de la réduction prévue de la pollution de SNP dans l'environnement naturel. Ces écarts, qui risquent de compromettre l'atteinte des objectifs environnementaux du programme d'ECQE, tiennent parfois aux incertitudes scientifiques concernant l'efficacité des PEG, l'emplacement des partenaires d'échange dans le bassin hydrographique ainsi que le moment et la concentration des rejets. On peut appliquer un taux d'échange plus élevé pour régler le problème, c'est-à-dire prévoir une réduction de pollution plus importante que l apport polluant connu de SP dans un échange donné. Voilà qui garantit, au moins, l'équivalence écologique des échanges, voire une amélioration écologique nette, en fonction du taux et des objectifs du programme d'ECQE.

Emploi de taux d'échange dans l'ECQE

Incertitudes scientifiques

Les prévisions du comportement d'un polluant dans l'environnement naturel seront toujours entachées d'incertitude. Pour ce qui est de l'application de l'ECQE à la gestion des sources agricoles de pollution, cette incertitude peut gêner le calcul de l'efficacité d'une PEG à réduire la quantité de polluant qui pénètre dans une voie d'eau. Même si les formules généralement employées pour calculer les réductions de pollution se fondent sur des études scientifiques, l'effet de la variabilité naturelle se fera toujours sentir dans des circonstances physiques particulières. En général, notre savoir scientifique nous permet de définir un intervalle probable de réduction de la pollution plutôt qu'une valeur précise. Un taux d'échange approprié rend compte de l'intervalle de valeurs. De même, les modélisations du comportement d'un polluant dans un

2 Les émissions de source ponctuelle sont des rejets polluants directs – l'effluent est rejeté à l'eau d'un point précis. Les émissions de source non ponctuelle sont des rejets polluants indirects ou diffus dans une voie d'eau qui proviennent habituellement d'activités terrestres dans le bassin hydrographique, ou d'émissions atmosphériques à l'étranger.

Établissement d'un taux d'échange – Échanges de crédits de phosphore dans le bassin de la rivière Nation Sud

En 1998, le ministère de l'Environnement de l'Ontario (MEO) a mis en œuvre un programme de gestion du phosphore (P) total dans le bassin hydrographique de la rivière Nation Sud. Le programme a imposé aux nouvelles stations municipales d'épuration des eaux usées une interdiction totale de rejet du P dans les cours d'eau, interdiction à laquelle elles pouvaient se conformer en achetant des crédits de réduction de la pollution (O'Grady et Wilson, 2002). Pour le programme, premier régime d'échange du P de la province, le MEO a retenu un taux d'échange de 4:1. Ainsi, pour chaque kilogramme de P qu'une station d'épuration rejette dans la voie d'eau, une quantité estimative de quatre kilogrammes de P doit être supprimée des SNP au moyen d'une PEG vérifiée. Ce taux d'échange élevé a été choisi face aux incertitudes scientifiques, notamment quant à la quantité de P chargeant la rivière et ses affluents et au partage du P dans l'eau (fractions solubles et fractions particulaires). D'après la comparaison des conditions réelles au moment de la mise en œuvre et des conditions prédites après la mise en œuvre de la GPT, on a une « assurance adéquate » que le taux de 4:1 permettra d'obtenir un avantage environnemental net dans la rivière Nation Sud (Conservation Authorities of Ontario, 2003).

bassin hydrographique ne donnent jamais une représentation exacte de la réalité; mais on peut recourir à une analyse de sensibilité (par exemple) pour prédire une gamme de résultats probables (voir l'encadré *Établissement d'un taux d'échange – Échanges de crédits de phosphore dans le bassin de la rivière Nation Sud*).

Il est à remarquer que plus le taux d'échange est élevé, plus la dépense est forte pour l'acheteur des crédits de qualité de l'eau. Les questions économiques ne font pas l'objet de la présente note d'information, mais mentionnons que le taux d'échange pourrait nuire à l'ECQE en tant qu'outil de gestion de la pollution s'il supprime l'incitatif financier. Ce facteur lourd de conséquences met en relief l'importance de la science, car la réduction d'incertitudes scientifiques autorise des taux d'échange plus bas.

Hétérogénéité des bassins hydrographiques et emplacement des partenaires d'échange

Tous les bassins hydrographiques montrent dans leurs caractéristiques biogéochimiques (p. ex. végétation, type de sol, débit) une certaine hétérogénéité qui a un effet sur la façon dont un polluant se comporte à un endroit donné. Ainsi, un polluant rejeté à l'embouchure d'une rivière se dilue plus rapidement qu'un autre rejeté à la source d'un cours d'eau qui est susceptible d'altérer la qualité de l'eau en aval. Par conséquent, l'emplacement des partenaires d'échange joue sur l'impact environnemental de PEG qui sont par ailleurs semblables.

Armés de notions de la dynamique des bassins hydrographiques et des polluants, nous pouvons employer les taux d'échange pour assurer l'équivalence écologique des échanges de crédits de qualité de l'eau en tenant compte de l'influence de l'emplacement des propriétaires fonciers (en amont, en aval, topographie, proximité de la voie d'eau). Par exemple, aux États-Unis, le système d'échange de la basse rivière Boise propose des taux déterminés par l'emplacement qui sont établis d'après un point de référence géographique normalisé, pour empêcher les impacts localisés ou « points chauds » et pour rendre compte de l'équivalence obtenue en matière de qualité de l'eau par les réductions opérées à divers emplacements dans le bassin hydrographique.

Les taux d'échange sont aussi ajustés selon qu'une source se trouve sur un affluent plutôt que sur la Boise même, ainsi qu'en fonction de la distance de la source à l'eau, puisque ces facteurs influent sur l'impact des réductions (Schary et Fischer-Vanden, 2004). Il est aussi possible d'intégrer des zones d'échange, pour restreindre la direction des échanges dans des zones prédéfinies d'un réseau fluvial (Tietenberg, 2001).

Établissement de l'équivalence entre polluants

Pour ce qui est des échanges interpolluants (ECQE qui met en jeu plusieurs types de polluants), les taux d'échange peuvent servir à tenir compte des divers impacts des divers polluants sur la qualité de l'eau ou sur l'intégrité écologique. Par exemple, le phosphore et l'azote ont des impacts différents sur la demande biochimique d'oxygène (DBO)[3] – qui est un indicateur de l'intégrité écologique. Cette différence entre polluants a été prise en compte par une méthode d'échange particulière dans le bassin de la rivière Minnesota, où une mesure de la DBO constitue le produit négociable plutôt que les polluants qui altèrent la DBO. Les taux de conversion de la DBO ont été fixés à 1:8 pour le phosphore (c.-à-d. que pour chaque unité de réduction de la charge de phosphore, huit unités de DBO seraient créditées) et 1:4 pour l'azote (Fang et Easter, 2003). D'après ces conversions établissant l'équivalence écologique, telle que mesurée par l'effet de la DBO, on a pu déterminer le taux d'échange approprié afin de permettre les opérations interpolluants.

Intégrer deux types de polluants ou plus dans un programme d'ECQE est susceptible d'améliorer la santé de l'écosystème, mais il est essentiel de comprendre fondamentalement le comportement des polluants dans ce système pour que les objectifs de qualité de l'eau soient atteints. De plus, le programme multipolluant sera vraisemblablement plus complexe à concevoir et à administrer.

Conclusion

Le taux d'échange d'un programme d'ECQE est un des éléments qui contribuent à faire du programme un outil souple de gestion de la pollution, parce qu'il permet de l'adapter à un certain nombre de scénarios d'échange différents. Nous avons vu que le taux d'échange offre un moyen de composer avec l'inévitable variabilité à laquelle fait face la gestion de la pollution dans l'environnement naturel. Un aspect important, et éventuellement une limitation à l'emploi de cet outil, est le coût accru qui vient avec l'augmentation du taux d'échange. En général, un programme d'ECQE ne constituera une bonne option que s'il y a un incitatif financier aux échanges, en l'occurrence une différence importante des coûts de réduction de la pollution pour les éventuels partenaires d'échange.

Lectures complémentaires

Conservation Authorities of Ontario. 2003. *Watershed Economic Incentives Through Phosphorous Trading and Water Quality*, Innovations in Watershed Stewardship.

Fang, F., et K.W. Easter. 2003. *Pollution Trading to Offset New Pollutant Loadings – A Case Study in the Minnesota River Basin*, Document établi pour communication à l'assemblée annuelle de l'American Agricultural Economics Association, Montréal, Canada, 27-30 juillet 2003.

Morin, Anne. 2005. *Échange de crédits de qualité de l'eau au Canada : considérations biogéochimiques*, Série de documents de travail du Projet de recherche sur les politiques, Ottawa.

O'Grady, D., et M.A. Wilson. 2002. *Phosphorous Trading in the South Nation River Watershed, Ontario, Canada*, South Nation Conservation Authority. <http://www.envtn.org/wqt/programs/ontario.PDF>.

Schary, C., and K. Fischer-Vanden. 2004. "A New Approach to Water Quality Trading: Applying Lessons from the Acid Rain Program in the Lower Boise River Watershed." *Environmental Practice* 6, no. 4: 281-295.

Tietenberg, T. 2001. "Introduction." Pp. xi-xxviii in *Emissions Trading Programs. Volume I. Implementation and Evolution*. Aldershot, England: Ashgate Publishing Limited.

3 La quantité d'oxygène disponible dans l'eau pour les organismes aquatiques et l'oxydation des matières organiques.